Faanyagok szilárdsági tulajdonságai

A fa rostirányú nyomószilárdságának meghatározása

A próbatest mérete és helyzete

A próbatest alaplapjának mérete 20*20 mm, magassága 30 mm.

A próbatestet álló helyzetben vizsgáljuk, a rostok az erőhatással párhuzamosak.

A terhelési sebesség: 25 - 50 kN/perc

Várható nyomószilárdság: 30 - 60 N/mm^2,

azaz a várható törőerő: 12 - 24 kN,

tehát a várható vizsgálati idő: kb. 30 sec.

Nyomószilárdság

Az $n^{\%}$ nedvességtartalmú próbatesten mért értéket az alábbi összefüggés segítségével a 12 tömeg% nedvességtartalmú fa nyomószilárdságára kell átszámítani:

$$\sigma_{rostirányú,12\%} = \sigma_{rostirányú,mért} * \left[1+\alpha * \left(n^{\%} - 12\right)\right]$$

ahol $\alpha = 0{,}04$ a nedvességkiegyenlítő együttható értéke

Példa rostokkal párhuzamosan terhelt fa próbatest nyomószilárdságára:

❶ Mért törőerő **száraz** (n = 8 tömeg%) próbatest esetén: 21.800 N

Nyomószilárdság: $\sigma_{rostiányú,\ mért} = 21.800/400 = 54{,}5$ N/mm^2

$\sigma_{rostiányú,\ 12\%} = 54{,}5*[1+0{,}04*(-4)] = 54{,}5*0{,}84 = 45{,}78$ N/mm^2

❷ Mért törőerő **nedves** (n = 28 tömeg%) próbatest esetén: 11.500 N

Nyomószilárdság: $\sigma_{rostiányú,\ mért} = 11.500/400 = 28{,}75$ N/mm^2

$\sigma_{rostiányú,\ 12\%} = 28{,}75*[1+0{,}04*(+16)] = 28{,}75*1{,}64 = 47{,}15$ N/mm^2

Összenyomódás

A rostirányban terhelt fa próbatest összenyomódása nem nagy, és nem hangsúlyos (szemben a rostirányra merőlegesen terhelt próbatest összenyomódásával), ezért a gyakorlatban nem is szokás megmérni.

A fa rostirányra merőleges nyomószilárdságának meghatározása

A próbatest mérete és helyzete

A próbatest 20 mm méretű kocka, amelyet a rostokra merőlegesen ható erővel terhelünk.

A terhelési sebesség: 5 - 10 kN/perc

Várható nyomószilárdság: 5 - 15 N/mm^2,

azaz a várható törőerő: 2 - 6 kN,

tehát a várható vizsgálati idő: kb. 30 sec.

A fa rostokra merőleges terhelésből származó nyomószilárdsága tehát csak mintegy egyhatoda a rostirányban terhelt fa nyomószilárdságának.

Nyomószilárdság

- Az $n^{\%}$ nedvességtartalmú próbakockán mért értéket a

$$\sigma_{\text{rostra merőleges},12\%} = \sigma_{\text{rostra merőleges, mért}} * \left[1+\alpha * \left(n^{\%} - 12\right)\right]$$

összefüggés segítségével szintén át kell számítani a 12 tömeg% nedvességtartalmú fa nyomószilárdságára, de a rostirányú nyomószilárdság vizsgálatához képest azzal a különbséggel, hogy ez esetben $\alpha = 0{,}035$.

- A rostirányra merőleges nyomószilárdság vizsgálat során a próbakocka erősen összenyomódik, ezért törőerőnek a nyomóerő azon értékét tekintjük, amikor a σ–ε görbe lineáris szakasza véget ér és kissé növekvő teher mellett nagy alakváltozások kezdenek fellépni.

Évgyűrűk irányának hatása a nyomószilárdságra és az alakváltozásra

A rostirányra merőleges nyomószilárdságon belül meg kell különböztetni a *sugárirányú* és a *húrirányú nyomószilárdságot:*

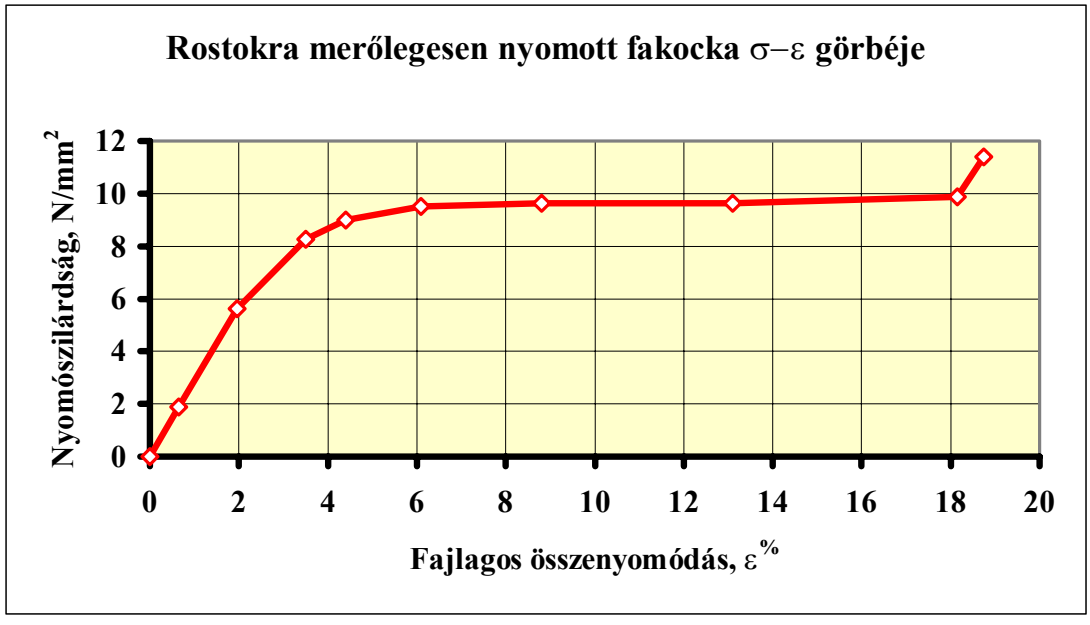
- a *sugárirányú* nyomószilárdság nagyobb a *húrirányú* nyomószilárdságnál;
- a *húrirányú* nyomószilárdság az évgyűrűk íveltségének erősödésével rohamosan csökken;
- *sugárirányú* nyomás esetén már kisterhelés hatására is nagy alakváltozások léphetnek fel.

Összenyomódás

A rostirányra merőlegesen nyomott fa próbakocka összenyomódása igen nagy. Az összenyomódás mértékét *indikátor órával* mérjük. Erre a következőkben mutatunk be példát.

Példa a *rostirányra merőlegesen* terhelt, $n^{\%}$ = 12 tömeg% nedvességtartalmú, 20 mm méretű fa próbakocka összenyomódásának, illetve σ–ε görbéjének felvételére:

σ [N/mm^2]	Nyomóerő [N]	Összenyomódás [mm]	ε [%]
1,87	750	0,13	0,65
5,62	2250	0,39	1,95
8,25	3300	0,70	3,50
9,00	3600	0,88	4,40
9,50	3800	1,22	6,10
9,62	3850	1,76	8,80
9,62	3850	2,62	13,10
9,87	3950	3,63	18,15
11,38	4550	3,75	18,75

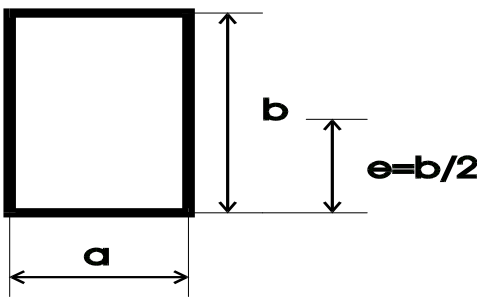


Az ábra alapján a példabeli fa próbakocka rostirányra merőleges nyomószilárdsága mintegy 8 N/mm^2 értékre tehető.

Vissza

A fa hajlító-húzószilárdsága, a kéttámaszú hajlított tartó lehajlása, a fa hajlítási rugalmassági modulusa

Alapvető összefüggések

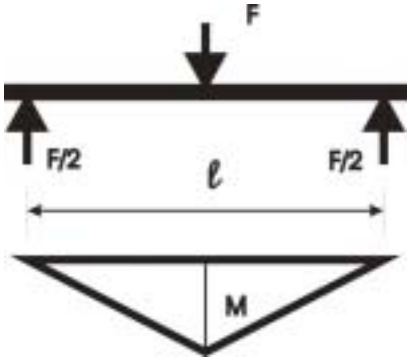


$$K = \frac{I}{e} = \frac{a * b^3}{12} / \frac{b}{2} = \frac{a * b^2}{6}$$

I = Inercianyomaték

K = Keresztmetszeti tényező

Támaszközépen terhelt kéttámaszú tartó



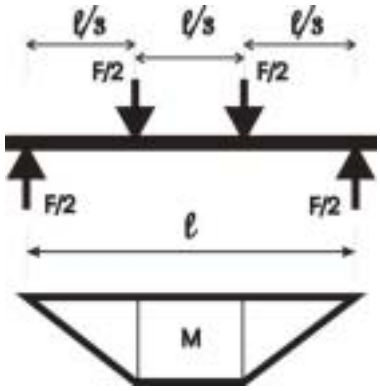
$$\sigma_{hajl't—} = \frac{M}{K} = \frac{F*l}{4} / \frac{a*b^2}{6} = 1{,}5 * \frac{F*l}{a*b^2}$$

Lehajlás a támaszközépen:

$$\eta = c * \frac{F * l^3}{E * I} = \frac{1}{48} * \frac{F * l^3}{E * I}$$

E*I = Hajlítási merevség

Támaszköz harmad-pontjaiban terhelt kéttámaszú tartó



$$\sigma = \frac{M}{K} = \frac{F * l}{6} / \frac{a * b^2}{6} = \frac{F * l}{a * b^2}$$

Lehajlás a támaszközépen:

$$\eta = c * \frac{F * l^3}{E * I} = \frac{23}{648} * \frac{F * l^3}{E * I}$$

A fa hajlítási rugalmassági modulusának meghatározása támaszközépen terhelt, kéttámaszú fagerenda lehajlás vizsgálatával

A hajlító kísérletet kedvezően felhasználhatjuk a fa hajlítási rugalmassági modulusának meghatározására. (Megjegyzendő, hogy a fa nyomó, húzó, hajlító rugalmassági modulusa között a gyakorlatban nem szoktak lényeges különbséget tenni.)

Meghatározás:

- *Rugalmassági határ (R)* az a terhelő erő *(F_r)*, amelyhez tartozó *maradó lehajlás* *($\eta_{m,rug.hat}$)* a próbatest ℓ támaszközének 0,02 %-a, azaz

$$\eta_{m,rug.hat} = 0{,}01 * 0{,}02 * l = 0{,}0002 * l = 0{,}0002 * 240 = 0{,}048 \ mm$$

  ha ℓ = 240 mm és $R = F_r = f(\eta_{m,rug.hat})$

- Kiszámítjuk (megkeressük) az így meghatározott *rugalmassági határhoz* tartozó *rugalmas lehajlást* *($\eta_{r,rug.hat}$)*: $\eta_{r,rug.hat} = \eta_{teljes,rug.hat} - \eta_{m,rug.hat}$

- A fa adott *n* nedvességtartalomhoz tartozó *hajlítási rugalmassági modulusát* *($E_{hajl,n}$)* a *rugalmas lehajlásból* számítjuk ki a szilárdságtanból ismert, *E*-re rendezett képlet alapján:

$$E_{hajl,n} = c * \frac{F_r * l^3}{\eta_{r,rug.hat} * l}$$

  ahol középen egy erővel terhelt kéttámaszú tartó esetén c = 1/48

- Az *n* nedvességtartalomhoz tartozó $E_{hajl,n}$ hajlítási rugalmassági modulust az *n = 12 tömeg%* nedvességtartalmú fára kell vonatkoztatni. Az átszámítás összefüggése:

$$E_{hajl,n=12\%} = E_{hajl,n} * [1 + 0{,}02 * (n^{\%} - 12)]$$

A mondottakat a következő lapon számpéldával mutatjuk be:

Példa a fa próbagerenda lehajlási ábrájának szerkesztésére, és a fa hajlítási rugalmassági modulusának számítására

Teljes lehajlás mm	Terhelő erő N	Maradó lehajlást okozó erő N	Rugalmas lehajlást okozó erő N	Rugalmassági határ N
0	0	0	0	
0,02	3,6	100	3,7	
0,031	5,5	200	5,7	
0,048	**8,57**	**270,83**	**8,9**	**0**
0,048	**8,57**	**270,83**	**8,9**	**270,83**
0,055	9,8	300	10,2	**270,83**
0,065	11,6	400	12,0	**270,83**
0,09	16,1	500	16,7	**270,83**
0,13	23,2	600	24,1	**270,83**
0,18	32,1	700	33,3	**270,83**
0,23	41,1	800	42,6	**270,83**
0,29	51,8	900	53,7	**270,83**
0,42	75,0	960	77,8	**270,83**
0,54	96,43		100	**270,83**
0,56	100		106,0	**270,83**
0,889	191,39		200	**270,83**
0,92	200		213,1	**270,83**
1,05616	**252,37**		**270,83**	**270,83**
1,05616	**252,37**		**270,83**	**0**
1,125	278,85		300	
1,18	300		323,91	
1,355	372,92		400	
1,42	400		437,14	
1,53	455,00		500	
1,62	500		545,00	
1,73	545,83		600	
1,86	600		700	
2,04	700		778,26	
2,09	717,86		800	
2,32	800		857,50	
2,49	836,96		900	
2,78	900		934,12	
3,00	920,63		960	
3,42	960			

Mérési eredményt átszámítva a 12 tömeg% nedvességtartalmú fa rugalmassági modulusára, az irodalommal egybevágó eredményt kapunk:

Megjegyzés:Hajlító kísérlet esetén $\alpha = 0,02$

Mérési eredmények			
Terhelő erő N	Teljes lehajlás mm	Maradó lehajlás mm	Rugalmas lehajlás mm
0	0	0	0
100	0,56	0,02	0,54
200	0,92	0,031	0,889
300	1,18	0,055	1,125
400	1,42	0,065	1,355
500	1,62	0,09	1,53
600	1,86	0,13	1,73
700	2,04	0,18	1,86
800	2,32	0,23	2,09
900	2,78	0,29	2,49
960	3,42	0,42	3,00

Hajlított fagerenda lehajlás vizsgálata

Keresztmetszet: 20*20 mm^2
Támaszköz: 240 mm
Terhelés: Középen ható egy erő.

Hajlítási rugalmassági modulus számítása

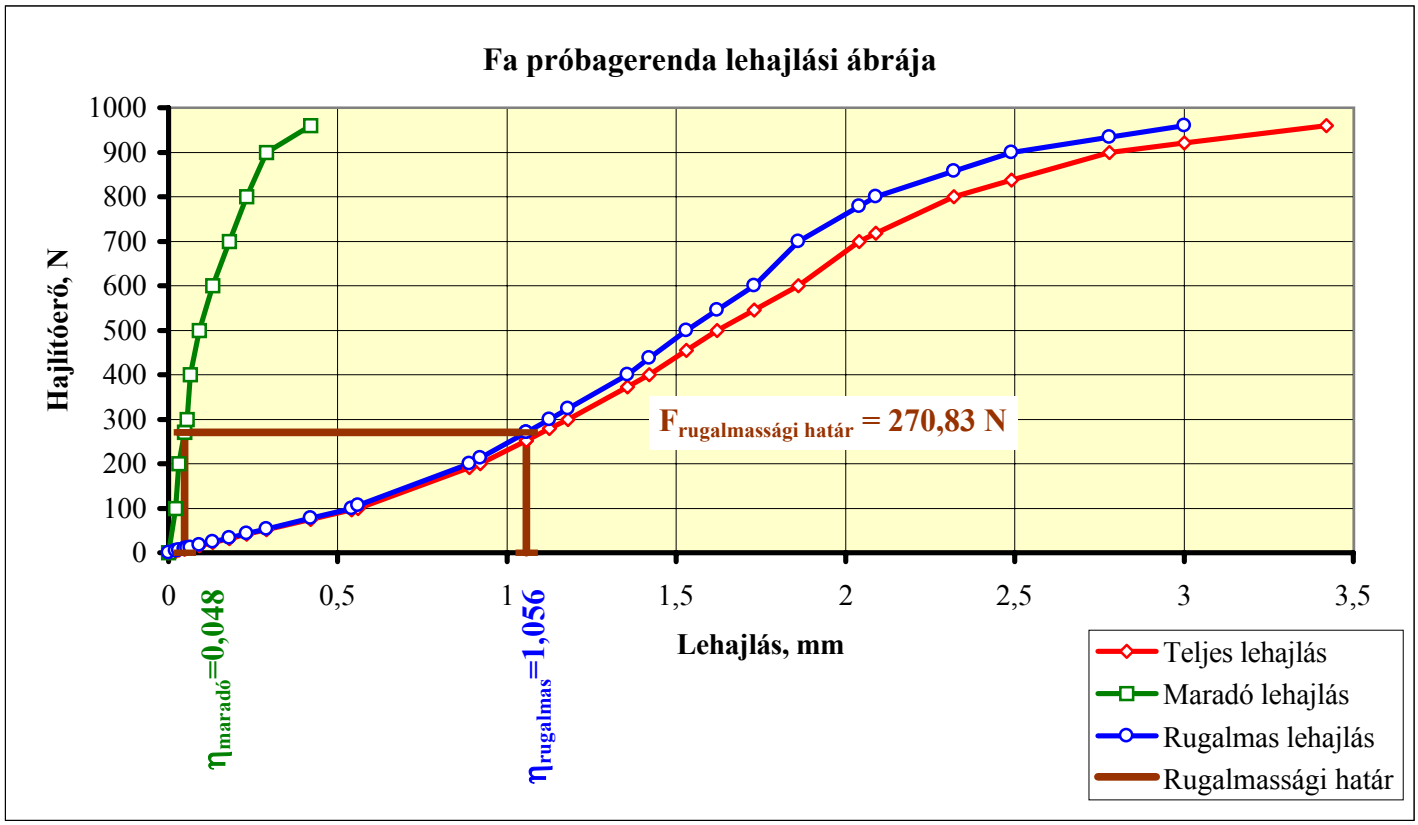
$$E_{hajlítási,mért} = \frac{1}{48} * \frac{F_{rug.határ} * l^3}{\eta_{rugalmas} * I} =$$

$$= \frac{1}{48} * \frac{270,83 * 240^3}{1,056 * (20 * 20^3 / 12)} =$$

$$= 5539,7 \quad N / mm^2$$

Dr. Palotás László: Mérnöki szerkezetek anyagtana. II. kötet, 92. p. szerint az építőfák hajlítási rugalmassági modulusa 6800 - 14600 N/mm^2 közé esik. Kísérletünk során ennél kisebb értéket mértünk, mert a próbagerenda nedvességtartalma 26 tömeg% volt.

$$E_{hajl,n=12\%} =$$
$$= E_{hajl,mért} * [1 + 0,02 * (26 - 12)] =$$
$$= E_{hajl,mért} * 1,28 = 5539,7 * 1,28 =$$
$$= 7090,8 \quad N / mm^2$$


Fa próbagerenda lehajlási ábrája
Hajlítóerő, N
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
Lehajlás, mm
F rugalmassági határ = 270,83 N
ηmaradó=0,048
ηrugalmas=1,056
Teljes lehajlás
Maradó lehajlás
Rugalmas lehajlás
Rugalmassági határ

Vissza

Beltéri fakocka padlóburkolat kapubejhajtóban

Budapest, IX., Lónyay u. 29.

1998. szeptember 1.

Beltéri fakocka padlóburkolat kapubehajtóban

Budapest, IX.,
Lónyay u. 29.

1998. szeptember 1.

Beltéri fakocka padlóburkolat kapubehajtóban

Budapest, V.,
Petőfi S. u. 3.

1999. január 27.